



TUGAS AKHIR - TF 145565

**REKONDISI TURBIN GENERATOR PADA MINI
PLANT BOILER DENGAN MENGGUNAKAN
TURBIN GENERATOR AMPERE MODEL JFZ168**

**FAJAR MUHLISIN
NRP. 2414 031 050**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP: 19650309 199002 1 001**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK INSTRUMENTASI
DEPARTEMEN TEKNIK INSTRUMENTASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - TF 145565

***RECONDITIONING GENERATOR TURBINE IN
MINI PLANT BOILER USING GENERATOR
AMPERE MODEL JFZ168 TURBINE***

**FAJAR MUHLISIN
NRP. 2414 031 050**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIP: 19650309 199002 1 001**

***STUDY PROGRAM OF D3 INSTRUMENTATION
ENGINEERING
DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING
Faculty Of Vocation
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya 2017***

**REKONDISI TURBIN GENERATOR PADA MINI PLANT
BOILER DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN
GENERATOR AMPERE MODEL JFZ168**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Fajar Muhlisin
NRP. 2421 031 050

Surabaya, 27 Juli 2017
Mengetahui / Menyetujui

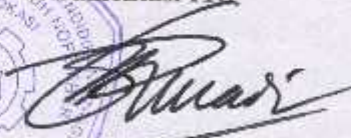
Dosen Pembimbing



Totok Soehartanto, Ir., DEA, Dr
NIP: 19650309 199002 1 001



**Kepala Departemen Teknik
Instrumentasi ITS**



Dr. Ir. Purwadi Agus D, M.Sc
NIP: 19620822 198803 1 001

**REKONDISI TURBIN GENERATOR PADA MINI PLANT
BOILER DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN
GENERATOR AMPERE MODEL JFZ168
TUGAS AKHIR**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi D3 Teknik Instrumentasi
Departemen Teknik Instrumentasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Fajar Muhlisin
NRP. 2414 031 050

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.....(Pembimbing)
2. Dr. Ir. Purwadi Agus D. M.Sc.....(Ketua Tim Penguji)
3. Dr. Gunawan N. ST, MT.....(Penguji I)
4. Ir. Ronny Dwi Noriyanti, M.Kes.....(Penguji II)
5. Dr. Bambang Lelono W. ST, MT.....(Penguji III)
6. Henry Sufyan Hadi, ST, MT.....(Penguji IV)

SURABAYA
JULI 2017

REKONDISI TURBIN GENERATOR PADA MINI PLANT BOILER DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN GENERATOR AMPERE MODEL JFZ168

Nama : Fajar Muhlisin
NRP : 2412031050
Jurusan : D3 Teknik Instrumentasi, ITS Surabaya
Pembimbing : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Abstrak

Telah dilakukan Rekondisi turbin generator pada *mini plant* boiler agar daya keluaran yang dikonversikan dari Steam Boiler di Workshop Instrumentasi dapat dioptimalkan dan dalam perancangan tugas akhir ini menggunakan mikrokontroller Atmega32 sebagai kontrollernya kemudian diproses dan ditampilkan pada LCD dalam bentuk *rpm* selain itu data putaran *rpm* juga direkam dan ditampilkan melalui PC laptop, pada rekondisi alternator *pressure* pada *steam output* boiler menjadi acuan putaran *rpm*, dari putaran *rpm* yang didapat maka dapat diketahui keluaran tegangan *charging accu*. Turbin generator ampere model JFZ168 didapatkan apabila *pressure* diatas 4 bar dengan putaran 204 rpm maka alternator dapat mengeluarkan *ampere* untuk *charging accumulator*. Dari data tersebut rekondisi turbin generator DC lebih besar daripada generator Amepere dikarenakan torsi generator Ampere lebih besar sehingga putaran pada alternator menjadi berat.

***Kata kunci* : Rekondisi, Turbin generator, Boiler**

**RECONDITIONING GENERATOR TURBINE IN MINI
PLANT BOILER USING GENERATOR AMPERE MODEL
JFZ168 TURBINE**

Name : Fajar Muhlisin

NRP : 2412031050

Departement : Diploma of Instrumentation Engineering, ITS
Surabaya

Supervisor : Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA

Abstract

has done reconditioned turbine generator on a mini boiler plant so that the output power is converted from steam boilers at the Workshop on Instrumentation can be optimized and in designing this final project using microcontroller ATmega32 as kontrollernya then processed and displayed on the LCD in the form of rotation rpm rpm besides the data is also recorded and displayed through a PC laptop, on reconditioned alternator output steam boiler pressure at the reference rotation rpm of rotation rpm obtained it can be seen charging voltage output amperage accu. Turbine generator JFZ168 models obtained if pressure above 4 bar with a round of 204 rpm the alternator can output amperage for charging the accumulator. From these data reconditioned turbine generator DC generator is larger than Amepere dikarenakn greater torque Ampere generators so that rotation to the alternator becomes heavy.

Keywords : Recondition, Turbine generator, Boiler

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat, rahmat dan kebesaran-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “REKONDISI TURBIN GENERATOR PADA MINI PLANT BOILER DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN GENERATOR AMPERE MODEL JFZ168” tepat pada waktunya.

Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Purwadi, S.T., M.T., selaku Kepala Departmen D3 Teknik Instrumentasi ITS yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada kami
2. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA, selaku Kepala Laboraturium Workshop Instrumentasi dan dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, arahan dan saran serta memberikan izin menggunakan lab workshop instrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.
3. Ibu tercinta yang telah memberikan segala dukungan baik moral maupun materil serta dukungan yang sangat luar biasa
4. Terimakasih kepada mbak dan mas yang telah mendukung, memberikan motivasi selama ini.
5. Terimakasih kepada BOILER PROJECT TEAM, Rizal, tirta, Fizal, Zulfa dan Tantowi yang bersama-sama berjuag dalam pengerjaan tugas akhir ini
6. Teman-teman tercinta Workshop Intrumentasi 2014 yang selalu senantiasa memberikan semangat dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Adik-adik kepengurusan Workshop Intrumentasi 2015 serta mas dan mbak yang berada di workshop instrumentasi yang telah membantu terlaksakannya tugas akhir.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa kesempurnaan hanya milik Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik untuk di kemudian hari. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca sekalian.

Surabaya, 16 Juli 2017

Penulis

Fajar Muhlisin

NRP. 2412 031 050

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN I	iii
LEMBAR PENGESAHAN II	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika laporan.....	3

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Boiler	5
2.2 <i>Steam Turbine</i>	8
2.3 Generator DC	9
2.4 <i>Hall Effect Sensor</i>	11
2.5 Mikrokontroler Atmega32	12
2.6 Bascom AVR.....	12
2.7 HMI	13
2.8 Delphi7	16
2.9 LCD 16 x 4	16

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Alat.....	19
3.2 Perancangan Mekanik Alat.....	20
3.3 Rekondisi Turbin	23
3.4 Perancangan Sistem Monitoring	27

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS

4.1 Pengujian Alat	39
4.2 Implementasi Turbin Generator Ampere pada Boiler ...	43
4.3 Pembahasan	49

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Boiler	5
Gambar 2.2 <i>Economizer</i>	6
Gambar 2.3 <i>Furnace</i>	6
Gambar 2.4 <i>Steam Drum</i>	7
Gambar 2.5 <i>Super heater</i>	7
Gambar 2.6 <i>Steam Turbine</i>	9
Gambar 2.7 Generator DC	10
Gambar 2.8 Konsep Pemasangan <i>Hall Effect</i>	11
Gambar 2.9 Mikrokontroller AVR Atmega32.....	12
Gambar 2.10 Pin Mapping Atmega32	12
Gambar 2.11 Tampilan Simulasi BascomAVR	13
Gambar 2.12 Tampilan Delphi7	16
Gambar 2.13 Tampilan LCD 16 x 4	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> perancangan pembuatan tugas akhir..	19
Gambar 3.2 <i>Block Flow Diagram</i> Boiler.....	21
Gambar 3.3 <i>Piping & Instrument Diagram</i> Boiler.....	22
Gambar 3.4 Turbin Generator DC	23
Gambar 3.5 Gambaran Rekondisi Turbin Generator	24
Gambar 3.6 <i>Design</i> Rekondisi Turbin Generator Ampere	25
Gambar 3.7 Pengerjaan Turbin Generator Ampere JFZ168....	26
Gambar 3.8 Wiring Diagram Generator Ampere	26
Gambar 3.9 Sistem <i>monitoring</i> perancangan alat	27
Gambar 3.10 Sistem Sensor Hall Effect	28
Gambar 3.11 Skematik sensor <i>hall effect</i>	29
Gambar 3.12 Konsep Pemasangan Sensor <i>Hall Effect</i>	30
Gambar 3.13 Hasil Pemasangan Sensor <i>Hall Effect</i>	30
Gambar 3.14 Skematik ATmega32 dengan LCD 16 x 4... ..	31
Gambar 3.15 Skematik Max3232 dengan RS232.....	32
Gambar 3.16 Membuka Halaman <i>Text Editor</i> Baru.....	33
Gambar 3.17 Pemrograman pada Bascom AVR	34
Gambar 3.18 Jendela cara melakukan kompilasi program	34
Gambar 3.19 Memilih Atmega32	35
Gambar 3.20 Tampilan untuk membuka Delphi7.....	35
Gambar 3.21 Tampilan <i>grafik real time</i> RPM.....	36

Gambar 3.22	Tampilan untuk Pilih Port	36
Gambar 3.23	Tampilan untuk Koneksi pada <i>Interface</i>	37
Gambar 3.24	Data <i>logger</i> sistem monitoring.....	38
Gambar 4.1	Grafik Hasil Kalibrasi	42
Gambar 4.2	Kalibrasi rpm dengan tachometer	43
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan <i>Pressure</i> dengan rpm	44
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan rpm generator.....	46
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan voltase generator.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa instruksi dasar Bascom AVR.....	13
Tabel 2.2 Spesifikasi Kaki LCD 16 x 4	16
Tabel 3.1 Konfigurasi Hall Effect Sensor dengan Atmega32.....	29
Tabel 3.2 Konfigurasi ATmega32 dan LCD 16x4	30
Tabel 3.3 Konfigurasi HMI menggunakan RS232	33
Tabel 4.1 Tabel Uji Sensor	41
Tabel 4.2 Data Perbandingan <i>Pressure</i> terhadap putaran.....	44
Tabel 4.3 Data Perbandingan <i>Pressure</i> terhadap <i>rpm</i>	45
Tabel 4.4 Data Perbandingan <i>voltage</i> terhadap putaran	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Boiler merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan sampai terbentuk air panas atau *steam* . air panas atau *steam* pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses.^[1]Pada boiler *steam* yang dihasilkan digunakan untuk memutar turbin yang disambung dengan generator. Turbin uap merupakan salah satu alternative yang baik untuk mengubah menjadi energi mekanik pada poros turbin, sebelum dikonversikan menjadi energi mekanik energi uap dikonversikan menjadi energi kinetic dalam nozzle dan sudu-sudu gerak yang kemudian dikonversikan menjadi energi listrik.^[2]

Pada tugas akhir sebelumnya boiler tersebut mampu menghasilkan *pressure* sekitar 1,55 bar hingga 2,54 bar dengan dikonversikan menjadi besaran listrik menggunakan generator 24 Vdc dengan kecepatan putar turbin yang konstan. Keluaran dari generator tersebut dapat menghasilkan arus sebesar 0,2 ampere pada setiap lampu dc yang disusun secara paralel sebanyak 9 buah lampu. Sehingga dapat dihitung bahwa turbin generator pada boiler tersebut hanya mampu menghasilkan daya sebesar 33,6 Watt. Terdapat beberapa kekurangan pada turbin generator pada mini *plant boiler* tugas akhir sebelumnya, mulai dari susu – sudu turbin yang kuarng center sehinga mempengaruhi kecepatan putar turbin hingga pada spesifikasi generator yang digunakan masih sangat rendah sehingga menghasilkan daya yang rendah pula dan sistem yang digunakan tidak menggunakan sistem charging sehingga menyebabkan pemborosan daya ketika setiap kali dibutuhkan perlu menyalakan boiler yang seharusnya bisa digunakan sesuai kebutuhan daya sesuai keinginan

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini diambil judul mengenai REKONDISI TURBIN GENERATOR PADA MINI PLANT BOILER DENGAN MENGGUNAKAN TURBIN GENERATOR AMPERE MODEL JFZ168, agar sesuai dengan yang dikehendaki pada *mini plant boiler* ini. Dari perancangan yang dilakukan,

diharapkan hasil dari rekondisi turbin generator mampu mengoptimalkan daya keluaran yang dikonversikan dari Steam Boiler di Workshop Instrumentasi, mampu merancang kontrol pada turbin generator sehingga dapat diaplikasikan untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari – hari dan menggunakan system charging sehingga dapat digunakan kapanpun saat dibutuhkan selama *accumulator* masih menyimpan daya.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana merekondisi turbin generator dengan mempergunakan turbin generator 6 ampere agar daya keluaran yang dikonversikan dari Steam Boiler di Workshop Instrumentasi dapat dioptimalkan ?
2. Bagaimana kinerja turbin generator 6 ampere dalam membangkitkan energy listrik?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batas ruang lingkup dari penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Boiler yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah Boiler yang ada di Workshop Instrumentasi
2. Turbin generator yang ada diganti dengan turbin generator 6 ampere
3. Turbin generator 6 ampere digerakkan dengan mempergunakan steam yang diproduksi oleh Boiler dan dianalisa kinerjanya.

1.4 Tujuan

Tujuan utama dari rancang bangun alat ini adalah untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir sebagai syarat kelulusan dari program studi diploma 3 metrologi dan instrumentasi, serta untuk memberikan solusi pada rumusan masalah yaitu :

1. Melakukan Rekondisi turbin generator agar daya keluaran yang dikonversikan dari Steam Boiler di Workshop

Instrumentasi dapat dioptimalkan.

2. Menganalisa kinerja turbin generator 6 ampere.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari tugas akhir ini yaitu:

1. Tugas akhir ini dapat dijadikan untuk bekal bagi peserta untuk kedepannya dalam menghadapi dunia tentang industri yang terkait dengan sistem kontrol pada *power plant*.
2. Tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai ajang menambah pengetahuan bagi adik tingkat di program studi D3 Metrologi dan Instrumentasi tentang sistem kontrol pada *power plant*.

1.6 Sistematika Laporan

Dalam Penyusunan tugas akhir ini, sistematika laporan akan disusun secara sistematis yang terbagi dalam beberapa bab, yakni dengan perincian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab I ini terdiri dari penjelasan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika laporan

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab II ini berisikan tentang teori-teori penunjang tugas akhir, antara lain teori tentang gambaran umum PLTU, *equipment* Boiler, Atmega32 sebagai controller pada sistem monitoring rpm pada turbin generator.

BAB III Perancangan dan Pembuatan Alat

Dalam bab ini terdiri dari penjelasan secara detail langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Produk yang dihasilkan dari tahap-tahap yang telah dilakukan adalah perancangan dan model yang siap untuk dibuat, diuji dan dianalisa.

BAB IV Pengujian Alat dan Analisa Data

Pada bab ini merupakan tindak lanjut dari bab III, dimana jika telah melaksanakan perancangan dan

pembuatan alat maka dilakukan pengujian alat sehingga memperoleh data baik data berupa grafik maupun tabulasi, kemudian dilakukan analisa data dan pembahasan

BAB V Kesimpulan dan saran

Dalam bab ini adalah berisi mengenai kesimpulan pokok dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Boiler

Boiler adalah suatu *equipment* yang berupa ketel uap yang digunakan untuk memanaskan air agar dihasilkan uap (*steam*) sebagai keluarannya dengan temperatur dan tekanan yang tinggi. Pada dasarnya, boiler merupakan komponen dari siklus *plant* yang mendapat panas dari bahan bakar sehingga secara efektif dapat mengubah fasa air mejadi fasa uap (*steam*).



Gambar 2.1 Boiler ^[3]

Boiler sering dikaitkan dengan generator, karena memang fungsi utama dari boiler yaitu untuk menghasilkan uap yang selajutya digunakan untuk membagkitkan generator sehingga diproduksi listrik.

Adapun umumnya boiler memiliki bagian-bagian penting yang memiliki fungsi tertentu. Adapun bagian-bagian tersebut seperti *economizer*, *steam drum*, *super heater*, *burner*, dan lain-lain. Berikut fungsi dari masing-masing bagian tersebut:

a. *Economizer*

Merupakan sebuah tempat yang memiliki fungsi untuk pemanas air sebelum masuk ke dalam *steam drum*. Sehingga air yang telah melewati bagian ini akan memiliki temperatur yang lebih tinggi daripada sebelumnya. Letak *economizer*

ada di dalam boiler bagian belakang atau sisi keluaran gas panas.



Gambar 2.2 Economizer^[3]

b. *Furnace*

Merupakan bagian berupa ruangan tempat terjadinya pembakaran. Di dalam *furnace* ini terdapat burner, pipa-pipa *economizer*, *fan* primer maupun sekunder untuk menunjang proses pembakaran dengan menggunakan bahan bakar.



Gambar 2.3 Furnace^[3]

c. *Steam Drum*

Merupakan suatu bagian yang digunakan untuk menampung air yang sebelumnya setelah dipanaskan. Prinsip dari sistem pada *steam drum* ini yaitu dengan sirkulasi akibat adanya perbedaan massa jenis. Apabila air yang memiliki temperatur tinggi setelah dipanasi, maka akan menjadi uap air yang akan bergerak ke atas untuk memasuki *superheater*. Uap bergerak ke atas dikarenakan memiliki massa jenis lebih rendah daripada air. Sedangkan air yang tidak menjadi

uap akan kembali dipanaskan melalui sirkulasi dan akan terjadi terus menerus hingga menjadi uap.



Gambar 2.4 *Steam Drum*

d. *Superheater*

Merupakan bagian yang digunakan untuk memanaskan lanjut uap saturasi sampai dihasilkan uap yang benar-benar kering (*steam super heat*). Adapun maksud dari dibuatkannya uap kering adalah supaya sudu-sudu turbin tidak terkikis oleh butiran-butiran air. Pada umumnya susunan pemanas uap lanjut (*steam super heater*) ini dibuat bertingkat yakni *primary super heater*, *secondary super heater*, dan *final super heater* adalah dengan maksud untuk memudahkan pengontrolan temperatur keluarannya.^[3]



Gambar 2.5 *Superheater* ^[3]

2.1.1 Klasifikasi Boiler

Boiler diklasifikan menjadi berbagai macam berdasarkan setiap jenisnya, baik seperti jenis aliran dalam tubing, aplikasi produk, konstruksi, *operating pressure* dan lain-lain.

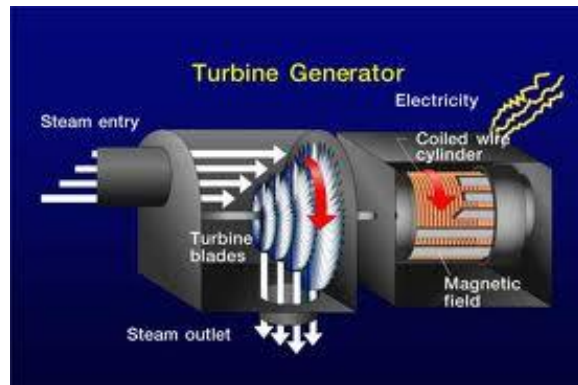
Berikut merupakan beberapa klasifikasi dari boiler tersebut:

- a. Berdasarkan jenis aliran dalam tubing:
 - *Fire tube*
 - *Water tube*
 - *Combination (Combo Boiler)*
- b. Berdasarkan aplikasi produk:
 - *Industrial boiler*
 - *Nuclear boiler*
 - *Marine boiler*
 - *Utility boiler*
- c. Berdasarkan *operating pressure*:
 - *Subcritical boiler*
 - *Supercritical boiler*
- d. Berdasarkan konstruksi:
 - *Package boilers*
 - *Field-erected boilers*
- e. Berdasarkan sirkulasi:
 - *Natural circulation or drum-type boilers*
 - *Forced circulation boilers*
 - *Once-through (OT) or no-drum boilers*
- f. Berdasarkan konstruksi *furnace*:
 - *Two-pass boilers*
 - *One and a half-pass boilers*
 - *Single or tower-type boilers*
 - *Down-shot boilers* ^[3]

2.2 Steam Turbine

Turbin Uap adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial uap menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi mekanis dalam bentuk putaran poros turbin. Secara singkat prinsip kerja *steam turbin* adalah Uap

masuk kedalam turbin melalui nosel. Didalam *nosel* energi panas dari uap dirubah menjadi energi kinetis dan uap mengalami pengembangan. Tekanan uap pada saat keluar dari nosel lebih kecil dari pada saat masuk ke dalam *nosel*, akan tetapi sebaliknya kecepatan uap keluar nosel lebih besar dari pada saat masuk ke dalam nosel. Uap yang memancar keluar dari nosel diarahkan ke sudu-sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang disekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudu turbin itu dibelokkan ke arah mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar roda dan poros turbin^[4].

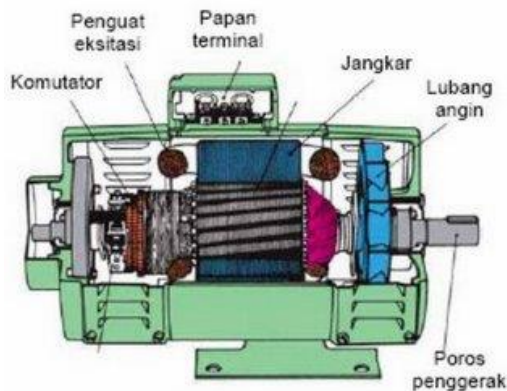


Gambar 2.6 *Steam Turbin*^[4]

2.3 Generator DC

Generator DC merupakan sebuah perangkat mesin listrik dinamis yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Generator DC menghasilkan arus DC / arus searah. Pada umumnya *generator DC* dibuat dengan menggunakan *magnet permanent* dengan 4-kutub *rotor*, *regulator* tegangan *digital*, *proteksi* terhadap beban lebih, *starter eksitasi*, penyearah, *bearing* dan rumah *generator* atau *casis*, serta bagian *rotor*. Gambar 1 menunjukkan gambar potongan melintang konstruksi *generator* .

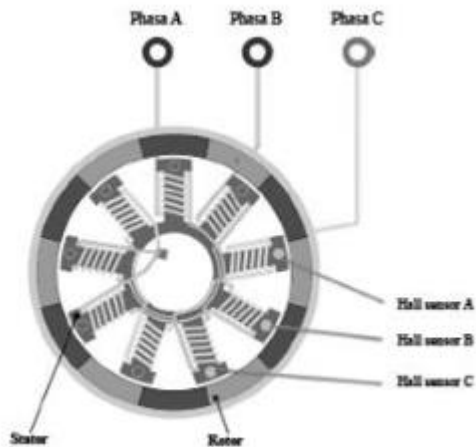
Generator DC terdiri dua bagian, yaitu *stator*, yaitu bagian mesin DC yang diam, dan bagian rotor, yaitu bagian mesin DC yang berputar. Bagian *stator* terdiri dari: rangka *motor*, belitan *stator*, sikat arang, *bearing* dan terminal box. Sedangkan bagian *rotor* terdiri dari: *komutator*, belitan *rotor*, kipas *rotor* dan poros *rotor*. Bagian yang harus menjadi perhatian untuk perawatan secara rutin adalah sikat arang yang akan memendek dan harus diganti secara *periodic* / berkala. *Komutator* harus dibersihkan dari kotoran sisa sikat arang yang menempel dan serbuk arang yang mengisi celah-celah *komutator*, gunakan amplas halus untuk membersihkan noda bekas sikat arang^[5].



Gambar 2.7 *Generator DC*^[5]

2.4 Hall Effect Sensor

Sensor Efek-Hall dirancang untuk merasakan adanya objek magnetis dengan perubahan posisinya. Perubahan medan magnet yang terus menerus menyebabkan timbulnya pulsa yang kemudian dapat ditentukan frekuensinya, sensor jenis ini biasa digunakan sebagai pengukur kecepatan.



Gambar 2.8 Konsep Pemasangan *Hall Effect*^[7]

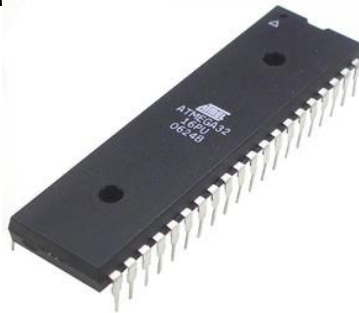
Sinyal hasil sensing dari Hall sensor akan dibaca oleh rangkaian encoder sebagai sinyal digital bernilai 0, 1, dan -1. Hall sensor yang dipasang pada stator motor brushless DC akan mensensing posisi rotornya setiap 60 derajat^[7].

2.5 Mikrokontroler Atmega32

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

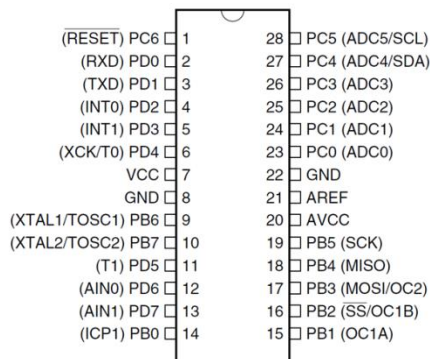
Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang

membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fitur-fiturnya^[8]



Gambar 2.9 Mikrokontroler AVR ATmega32^[7]

Mikrokontroler Atmega32 Merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh Atmel. mikrokontroler ini memiliki clock dan kerjanya tinggi sampai 16 MHz, ukuran flash memorinya cukup besar, kapasitas SRAM sebesar 2 KiloByte, Flash 32 KiloByte dan 32 *port input/output*. dalam satu sirkuit berisikan inti prosesor, memory dan *Input/Output*. Memori program dalam bentuk flash atau ROM, serta jumlah RAM yang kecil. Mikrokontroler dirancang untuk aplikasi *Embedded*, kontras dengan mikroprosesor yang digunakan dalam komputer pribadi atau aplikasi tujuan umum^[7].



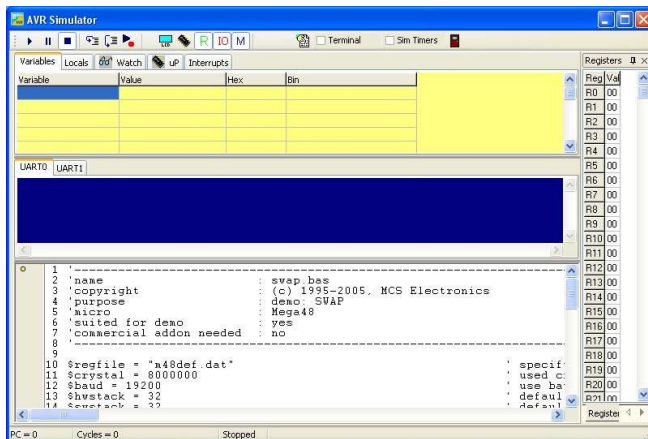
Gambar 2.10 Pin Mapping Atmega32^[8]

2.6 BascomAVR

BASCOM-AVR adalah program *basic compiler* berbasis windows untuk mikrokontroler keluarga AVR merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi ” *BASIC* ” yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh MCS elektronika sehingga dapat dengan mudah dimengerti atau diterjemahkan.

Dalam program BASCOM-AVR terdapat beberapa kemudahan, untuk membuat program software ATMEGA 8535, seperti program simulasi yang sangat berguna untuk melihat, simulasi hasil program yang telah kita buat, sebelum program tersebut kita *download* ke IC atau ke mikrokontroler. Ketika program BASCOM-AVR dijalankan dengan mengklik icon BASCOM-AVR, maka jendela berikut akan tampil :

BASCOM-AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD^[9].



Gambar 2.11 Tampilan Simulasi BascommAVR

Intruksi yang dapat digunakan pada editor Bascom-AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan. Berikut ini beberapa instruksi-instruksi dasar yang dapat digunakan pada mikrokontroler Atmega^[9]

Tabel 2.1 Beberapa instruksi dasar Bascom AVR

In	Keter
DO LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil Prosedur
IF THEN	Percabangan
FOR NEXT	Perulangan
WAIT	Waktu Tunda Detik
WAITMS	Waktu Tunda MiliDetik
WAITUS	Waktu Tunda MicroDetik
GOTO	Loncat Kealamat Memori
SELECT CASE	Percabangan

2.7 HMI (*Human Machine Interface*)

HMI (*Human Machine Interface*) adalah sebuah interface atau tampilan penghubung antara manusia dengan mesin. HMI juga merupakan *user* interface dan sisteem kontrol pada *manufactur*^[10].

HMI mempunyai fungsi sebagai berikut :

- Memonitor keadaan yang ada di *plant*.
- Mengatur nilai pada parameter yang ada di *plant*.
- Mengambil tindakan yang sesuai dengan keadaan yang terjadi.
- Memunculkan tanda peringatan dengan menggunakan alarm jika terjadi sesuatu yang tidak normal.

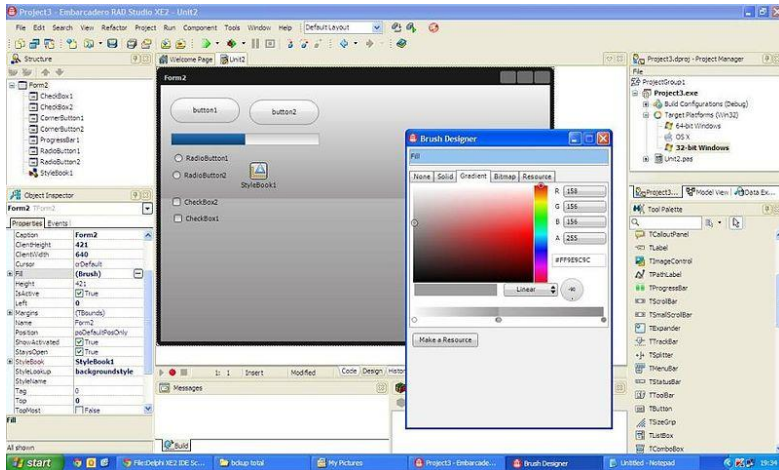
- Menampilkan pola data kejadian yang ada di *plant* baik secara real time maupun historical (Trending history atau real time).

HMI memvisualisasikan kejadian, peristiwa, atau pun proses yang sedang terjadi di *plant* secara nyata sehingga dengan HMI operator lebih mudah dalam melakukan pekerjaan fisik (Irvine, 2001). Biasanya HMI digunakan juga untuk menunjukkan kesalahan mesin, status mesin, memudahkan operator untuk memulai dan menghentikan operasi, serta memonitor beberapa part pada lantai produksi^[10].

2.8 Delphi

Delphi adalah Suatu bahasa pemrograman yang menggunakan visualisasi sama seperti bahasa pemrograman Visual Basic (VB) . Namun Delphi menggunakan bahasa yang hampir sama dengan pascal (sering disebut object pascal). Sehingga lebih mudah untuk digunakan . Bahasa pemrograman Delphi dikembangkan oleh CodeGear sebagai divisi pengembangan perangkat lunak milik embarcadero . Divisi tersebut awalnya milik borland , sehingga bahasa ini memiliki versi Borland Delphi. Delphi juga menggunakan konsep yang berorientasi objek (OOP) , maksudnya pemrograman dengan membantu sebuah aplikasi yang mendekati keadaan dunia yang sesungguhnya . Hal itu bisa dilakukan dengan cara mendesign objek untuk menyelesaikan masalah . OOP ini memiliki beberapa unsur yaitu ; Encapsulation (pemodelan) , Inheritance (Penurunan) , Polymorphism (Polimorfisme)^[11].

Awalnya bahasa pemrograman delphi hanya dapat digunakan di Microsoft Windows, namun saat ini telah dikembangkan sehingga dapat digunakan juga di Linux dan di Microsoft .NET . Dengan menggunakan free pascal yang merupakan proyek OpenSource, bahasa pemrograman ini dapat membuat program di sistem operasi Mac OS X dan Windows CE[[]



Gambar 2.12 Tampilan Delphi^[11]

2.11 LCD 16 x 4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang dugunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 16x4. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.



Gambar 2.13 Tampilan LCD 16x4

Dari tampilan LCD terdapat spesifikasi kaki LCD 16x4, dapat dijelaskan melalui table berikut :

Tabel 2.2 Spesifikasi Kaki LCD 16 x 4

Pin	Deskripsi
1	Ground
2	Vcc
3	Pengatur kontras
4	“RS” Instruction/Register Select
5	“R/W” Read/Write LCD Registers
6	“EN” Enable
7-14	Data I/O Pins
15	Vcc
16	Ground

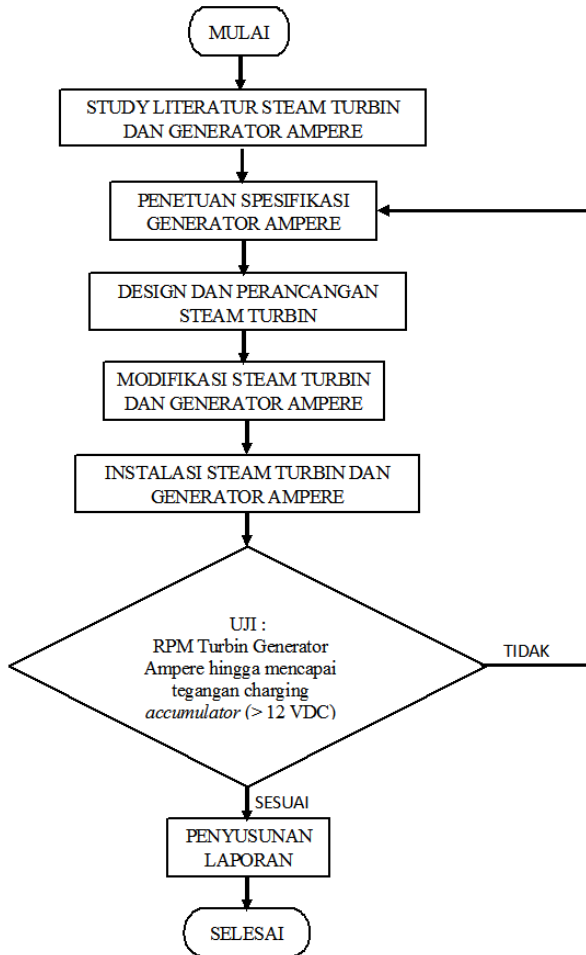
LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.^[12]

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Alat

Berikut ini merupakan *flowchart* pengerjaan tugas Akhir :



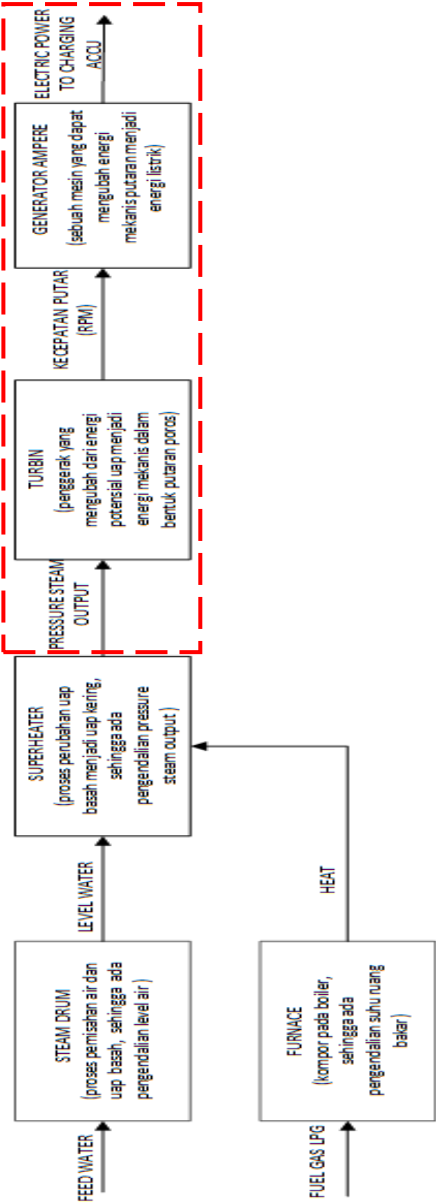
Gambar 3.1. *Flowchart* perancangan pembuatan tugas akhir

Adapun penjelasan dari langkah-langkah *flowchart* ini yaitu:

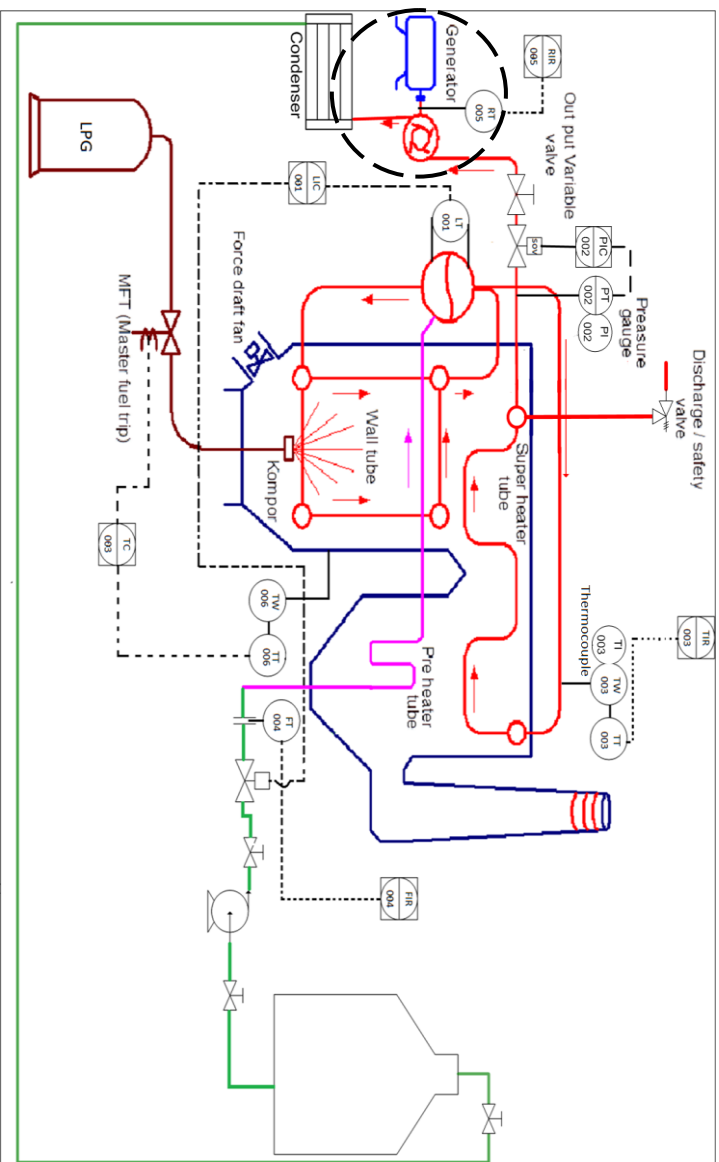
1. Studi literatur lapangan yaitu untuk mencari teori-teori yang akan digunakan dan ideal untuk proses pengerjaan tugas akhir, *study* pustaka untuk tugas akhir ini mengenai *Steam Turbin* dan *Genartor Ampere*
2. Penentuan spesifikasi alat yaitu pemilihan spesifikasi *Steam Turbin* dan *Genartor Ampere* yang digunakan. Pada pemilihan spesifikasi ini generator ampere dipilih yang paling mendekati nilai output daya 33.6 Watt
3. Design dan Perancangan *Steam Turbin* dan *Genartor Ampere* yaitu perancangan alat *Hardware* maupun *software* yang digunakan dengan menyesuaikan dari spesifikasi keduanya.
4. Instalasi turbin dan pegujian yaitu instalasi turbin dibuat menggunakan transmisi pulley 1 : 1 agar dapat meminimalisir *lossis*.
5. Uji coba pada sistem ini dilakukan dengan 3 kali uji coba. Uji coba yang pertama yaitu uji coba rpm turbin generator ampere terhadap rpm turbin generator dc, uji coba yang kedua yaitu uji coba rpm turbin terhadap pressure pada outlet steam turbin dan uji coba yang ketiga dilakukan penghujian rpm turbin steam terhadap tegangan keluaran generator ampere.
6. Penyusunan Laporan, Setelah dilakukan analisa kerja dilakukan penyusunan laporan sesuai dengan data yang diambil.

3.2 Perancangan mekanik Alat

Rekondisi turbin generator DC pada *mini power plant* menggunakan turbin generator ampere adalah sebuah rekondisi dengan membandingkan *performa* turbin generator dc yang telah dipakai dengan generator ampere tipe JFZ168. Selain itu, juga dilakukan perubahan pada tubing input turbin menjadi 4 buah tubing input guna memaksimalkan pressure steam yang diterima turbin dari boiler untuk memutar sudu – sudu turbin.



Gambar 3.2 Block Flow Diagram Boiler



Gambar 3.3 Piping & Instrument Diagram Boiler

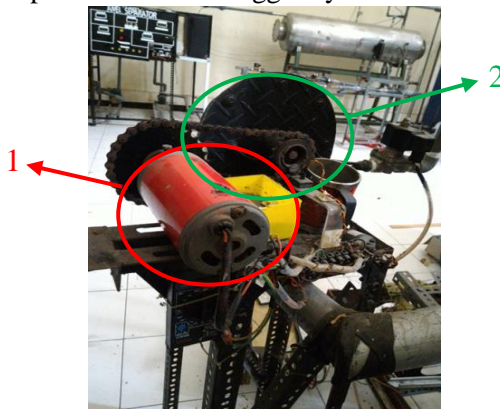
Gambar 3.3 pada lingkaran hitam menunjukkan Steam Turbin dan generator ampere pada mini plan bolier. Instalasi steam turbin dan generator ampere dihubungkan secara langsung menggunakan transmisi pulley 1 : 1, hal ini dikarenakan design turbin steam yang memiliki 4 tubing yang terhubung dengan turbin sebagai alur steam penggeraknya memiliki nilai torsi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan turbin pada design sebelumnya. Dengan menggunakan transmisi pulley tipe ini diharapkan konversi tekanan steam menjadi putaran turbin dapat memutar generator ampere secara optimal.

3.3 Rekondisi Turbin

Rekondisi turbin generator menjelaskan tentang kondisi steam turbin yang ada dengan penggunaan generator dc sebagai penghasil daya dan dibandingkan dengan steam turbin menggunakan generator ampere.

3.3.1 Kondisi *existing* Turbin Generator DC

Berikut ini merupakan kondisi *existing* turbin generator dc yang ditunjukkan pada gambar 3.4. pada gambar nomor 1 yang bertanda merah merupakan generator dc dan nomor 2 merupakan steam turbin pada kondisi sesungguhnya :

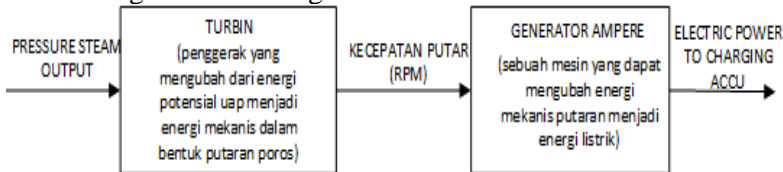


Gambar 3.4 Turbin Generator DC

Gambar 1 merupakan Generator DC dan gambar 2 merupakan kondisi existing Steam Turbin. Bagian ini merupakan bagian yang dianggap *krusial* sehingga diperlukan penggantian sistem pada turbin generator yang telah ada, agar daya keluaran yang didapatkan dari sistem kerja boiler dapat dioptimalkan baik dalam penggunaan secara langsung maupun dalam sistem *charging* menggunakan *accumulator*.

3.3.2 Desain Turbin Generator Ampere JFZ168

Rekondisi turbin generator dapat digambarkan dalam bentuk diagram blok sebagai berikut :



Gambar 3.5 Gambaran Rekondisi Turbin Generator Ampere

Keterangan :

1. Steam Turbin

Steam turbin menerima *pressure steam* dan merubahnya menjadi putaran untuk menggerakkan generator melalui sudu – sudu turbin. *Steam* turbin pada tugas akhir ini , memiliki 4 tubing yang terhubung dengan turbin sebagai alur steam penggerakannya.

2. Generator Ampere

Generator ampere berfungsi merubah putaran yang diterima dari steam turbin menjadi daya listrik dc 14 volt (tegangan charging aki) dan 5 ampere (arus listrik yang dihasilkan sesuai dengan bebannya berupa aki). Sesuai dengan spesifikasi generator ampere yang digunakan. Pada accumulator yang digunakan sebagai storage daya keluaran generator ampere memiliki tegangan 12 Volt DC dan kapasitas 10 Ampere Hour.

General specification Generator Ampere:

model : JFZ168

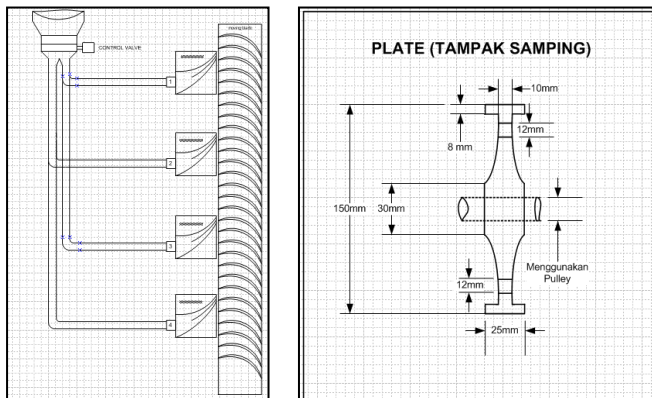
voltage:14V

Power: 70W

hang feet: vertical double strap wheel: 062

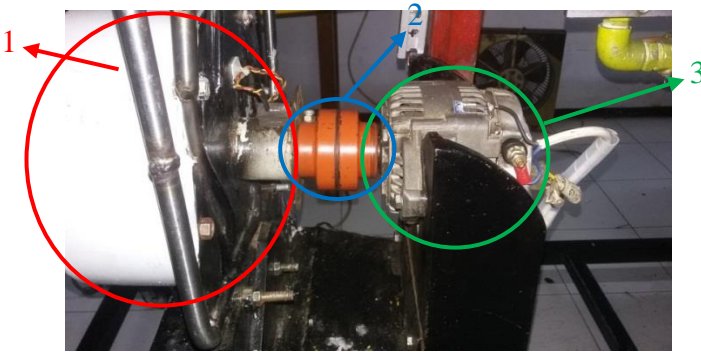
Apply car model, match of engine

Desain rekondisi turbin generator Ampere dilakukan dengan menambahkan jumlah *nozle* yang semula 2 buah menjadi 4 buah, hal ini bertujuan untuk meningkatkan tekanan putar turbin. Kemudian ukuran dari turbin generator Ampere lebih besar bertujuan untuk meningkatkan torsi yang dihasilkan. Dengan kondisi semakin meningkatnya nilai torsi maka pressure yang dibutuhkan untuk memutar turbin harus semakin besar pula, agar output yang dihasilkan lebih maksimal dengan keluaran daya yang besar pula.



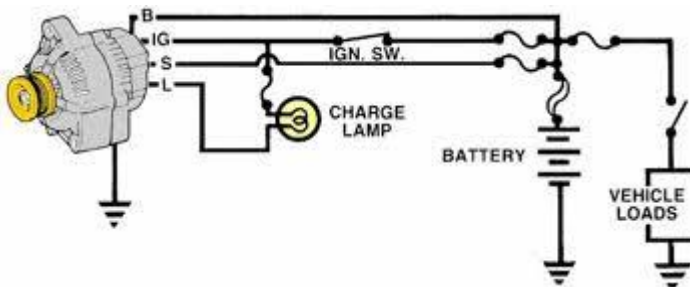
Gambar 3.6 *Design Rekondisi Turbin Generator Ampere*

Rekondisi turbin generator Ampere bertujuan agar keluaran yang dikonversikan dari *steam* boiler dapat bekerja secara optimal berikut ini adalah desain turbin generator Ampere JFZ168.



Gambar 3.7 Pengerjaan Turbin Generator Ampere JFZ168

Gambar 1 menunjukkan hasil Rekondisi Steam Turbin, gambar 2 merupakan pulley yang digunakan sebagai trasmisi daya dengan perbandingan 1 : 1 rpm dan gambar 3 merupakan turbin generator Ampere yang digunakan. Diperlukan sistem monitoring pada percepatan putaran pada genrator untuk mengathui jumlah rpm, karena putaran rpm berbanding lurus dengan ampere, grafik hubungan antar rpm dengan ampere dapat dilihat dari gambar berikut ini.



Gambar 3.8 Wiring Diagram Generator Ampere, Accumulator dan Beban

Keterangan Terminal pada Generator Ampere :

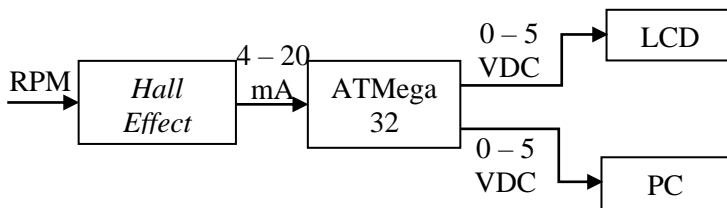
"B" adalah kabel output generator ampere yang mensuplai aki

”IG” adalah indikator kontak yang ada di generator ampere
 ”S” sebagai regulator untuk mengatur strum pengisian aki
 ”L” indikator lampu

3.4 Perancangan Sistem Monitoring

Pada perancangan sistem monitoring putaran *rpm* terdapat beberapa tahap yaitu perancangan sensor, perancangan mikrokontroller serta perancangan *Interface* untuk menampilkan data grafik *realtime* putaran *rpm* terhadap waktu.

Diagram blok rekondisi keluaran turbin generator DC yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.9 Sistem *monitoring* perancangan alat

Keterangan :

1. Hall Effect Sensor

Hall effect sensor mendeteksi magnet yang tertempel pada piringan yang ada di turbin dan mengirimkannya sebagai sinyal pulsa dalam bentuk tegangan dc 5 volt ke mikrokontroller ATMega 32.

2. Mikrokontroller ATMega 32.

Mikrokontroller ATMega 32 berfungsi menerima sinyal yang diberikan hall effect sensor dan merubahnya menjadi kecepatan putar turbin sebagai RPM dan memberikan perintah untuk menampilkannya ke LCD dengan mengirimkan sinyal elektrik.

3. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD berfungsi menerima sinyal dari controller dan menampilkan besaran yang diukur dalam bentuk tulisan.

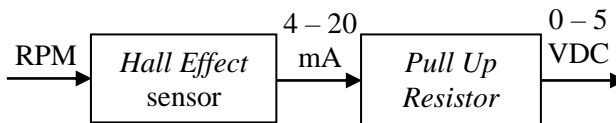
4. PC

PC atau laptop berfungsi sebagai HMI (*Human Machine Interface*) yang berfungsi sebagai media penampil nilai rpm turbin dalam bentuk grafik dan menyimpannya datanya dalam bentuk note pad yang bisa diakses kapanpun.

Diagram tersebut menjelaskan mengenai alur sistem pengukuran, input berupa rotasi putaran yang dideteksi oleh sensor *hall effect* kemudian akan diproses di mikrokontroller atmega32 sebagai pemrosesan sinyal (*signal processing element*) dan ditampilkan ke LCD yang berada di panel dan pada PC, tampilan pada PC berupa data grafik *real time* putaran rpm terhadap waktu. Berikut:

3.4.1 Perancangan Sensor *Hall Effect*

Dalam perancangan tugas akhir ini, sensor yang digunakan adalah sensor *Hall effect*, dimana *output* dari sinyal ini adalah dihiital *high* dan *low*, prinsip kerja dari sensor ini adalah sensor akan memberikan sinyal *high* atau bernilai 1 ketika mendeteksi magnet pada komponen *hall effect* ini, tetapi apabila tidak mendeteksi adanya magnet maka akan mengirimkn sinyal *low* pada mikrokontroller.



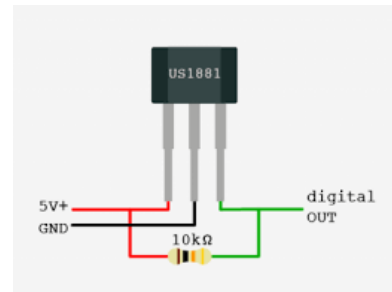
Gambar 3.10 Sistem Sensor Hall Effect

Spesifikasi:

- Tegangan Kerja: 3.5 - 24 V
- Teknologi: CMOS
- Tipe Input: Schmitt trigger

- Tipe Output: Open-drain
- Output Arus: 50 mA (maks)
- Kemasan: TO-92
- Fitur; Dilengkapi regulator tegangan internal

Berikut merupakan rangkaian sensor hall effect yang diberi rangkaian pengkondisian sinyal.



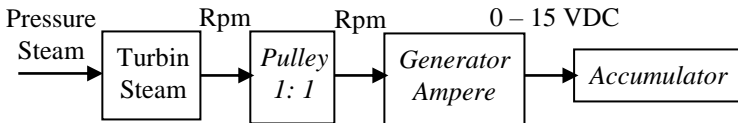
Gambar 3.11 Skematik sensor *hall effect*

Gambar 3.9 merupakan rangkaian pengkondisian sinyal pada sensor hall effect yang berfungsi sebagai penghilang noise sensor, sehingga pembacaan rpm akan lebih stabil (tidak terjadi osilasi). Rangkaian ini biasa disebut dengan rangkaian pull up resistor, dengan konfigurasi resistor 10k ohm yang terhubung dengan vcc mikrokontroler dan kaki yang satu terhubung dengan output dari hall effect sensor. Hal ini bertujuan untuk merubah nilai arus keluaran dari hall effect sensor menjadi tegangan dc standart yang dapat dibaca oleh mikrokontroler ATmega32.

Tabel 3.1 Konfigurasi Hall Effect Sensor dengan Atmega32

Sensor Pin	Atmega32 Pin	Fungsi
GND	GND	Ground
VCC	VCC	+5VDC
Vout	PINB.2	Output Volt

Berikut ini adalah pemasangan sensor *hall effect* pada turbin generator *plant* :



Gambar 3.12 Konsep Pemasangan Sensor *Hall Effect* pada Turbin Generator *Plant*

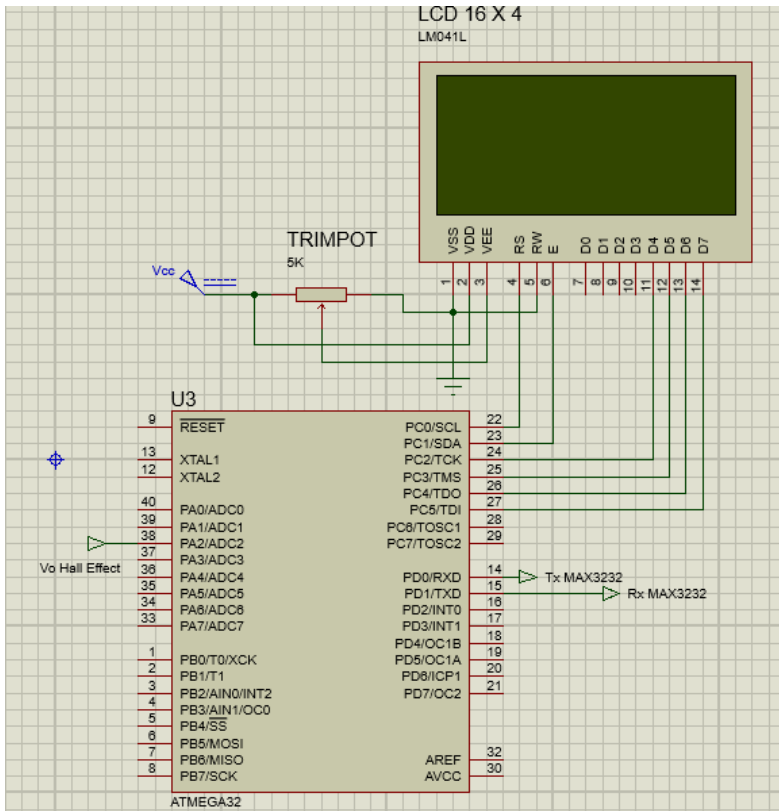


Gambar 3.13 Hasil Pemasangan Sensor *Hall Effect* pada Turbin Generator *Plant*

Sensor hall effect dipasang menghadap magnet yang ditempel pada piringan yang dijepit diantara turbin dan pulley. Pemasangan seperti ini lebih efisien dibandingkan dengan pemasangan sensor yang terlalu jauh dengan magnetnya, karena sensor tipe ini merupakan tipe sensor hall effect magnetism.

3.4.2 Perancangan Rangkaian Atmega32

Pada perancangan sistem monitoring ini menggunakan Atmega32, hal ini menyesuaikan fungsi pin terhadap input output device yang digunakan.



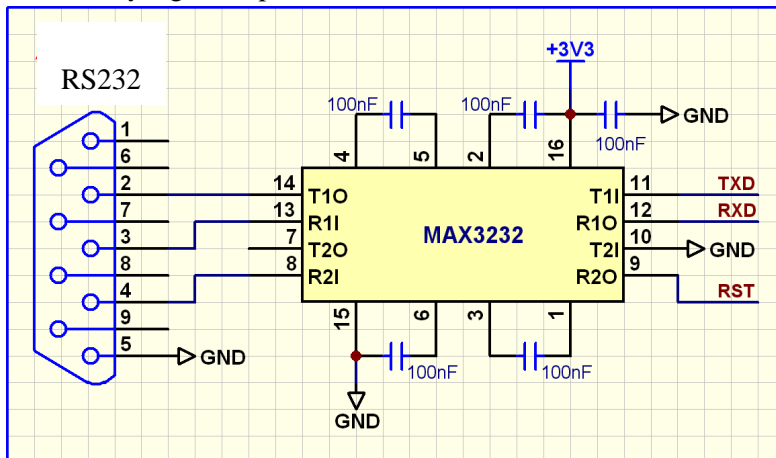
Gambar 3.14 Skematik ATmega32 dengan LCD 16 x 4

Pada gambar 3.12 merupakan skematik diagram ATmega 32. PORTC pada ATmega32 digunakan sebagai konfigurasi pada LCD 16 x 4, PORTD.1 dan D2 digunakan sebagai transmisi data ke PC, sedangkan PORTB.2 digunakan untuk menerima sinyal output dari hall effect sensor.

Tabel 3.2 Konfigurasi ATmega32 dan LCD 16x4

Port LCD	Port ATmega 32	Fungsi
VCC, anoda	VCC	+5VDC
GND, katoda, RW	GND	Ground
Digital (port RS, E)	PORTC (0,1)	Mengatur tampilan <i>character</i> LCD
Digital (Port Db4,Db5,Db6,Db7)	PORTC (2,3,4,5)	Standar komunikasi serial

Perancangan *minimum system* Atmega32 sebagai sistem kontrol yang mengatur kendali untuk melakukan pembacaan data digital dari sensor *Hall Effect* yang diolah menjadi sinyal analog frekuensi berupa tampilan kecepatan rpm yang ditampilkan pada lcd 16 x 4 dan menggunakan interface HMI pada PC menggunakan software Delphi. Resistor variable mendapatkan input VCC dan Ground dari ATmega 32 dan memberikan outputnya ke Vin LCD 16 x 4 untuk mengatur kontras pada *character* yang ditampilkan LCD.

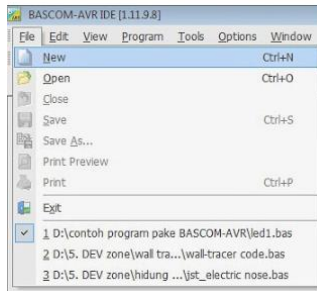
**Gambar 3.15** Skematik Max3232 dengan RS232

Tabel 3.3 Konfigurasi HMI menggunakan RS232

RS232	Port ATmega 32	Fungsi
VCC	VCC	+5VDC
GND	GND	Ground
TX	RX (PORTD.0)	Standar komunikasi serial
RX	TX (PORTD.1)	Standar komunikasi serial

Pembuatan program menggunakan Bahasa C pada aplikasi Bascom AVR harus menyesuaikan dengan pin input dan output yang masuk pada hardware ATmega 32. Berikut langkah – langkah dalam mengoprasikan software yang digunakan dalam pemrograman Mikrokontroler ATmega32, adalah :

- Software* BascomAVR dibuka.
- Jendela text-editor baru dibuka, opsi toolbar file<new dipilih

**Gambar 3.16** Membuka Halaman *Text Editor* Baru

Setelah itu maka akan terbuka sebuah halaman baru yang dapat digunakan untuk membuat mengetik program.

- Membuat program basic
Program dibuat dalam bahasa basic pada jendela text editor yang telah dibuka sebelumnya.

```

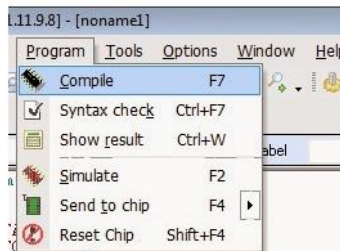
$regfile = "m32def.dat"
$crystal = 11059200
$baud = 9600
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.0 , E = Portc.1 , Db4 = Portc.2
Config Lcdpin = Pin , Db5 = Portc.3 , Db6 = Portc.4 , Db7 = Portc.5
Config Lcd = 16 * 4
'=====
Ch2 Alias Pinb.2
Config Pinb.2 = Output
Config Ch2 = Input
Config Int2 = Falling
Const Debouncetime2 = 1
Dim Wtime2 As Byte
Dim Encounter2 As Word
Set Ch2
On Int2 Getencoder2
'=====

```

Gambar 3.17 Pemrograman pada Bascom AVR

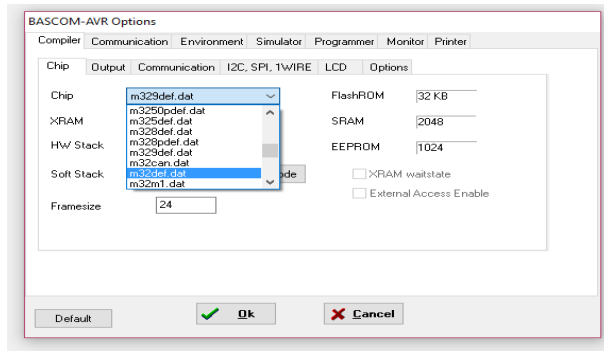
Gambar 3.14 Merupakan tampilan pemrograman BascomAVR pada mikrokontroller Atmega32

- d. Program yang dibuat disimpan dan nama file program ditentukan dengan diberi ekstensi *.bas. kemudian ditentukan direktori atau folder tempat untuk menyimpan program,
- e. Proses komlikasi dilakukan.



Gambar 3.18 Jendela cara melakukan kompilasi program

- f. Pada dialog box *Option*, pada menu bar *click Chip >>* Chip: sesuai dengan mikrokontroler yang sedang dikerjakan, contoh disini adalah ATMEGA-32, maka pilih m832ef.dat



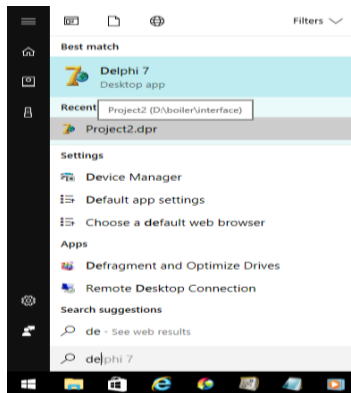
Gambar 3.19 Memilih Atmega32

Hasil pembacaan nilai rpm akan ditampilkan pada PC secara *realtime* pada *software* delphi7 dan LCD.

3.4.3 Perancangan Desain HMI dan Data *Logger*

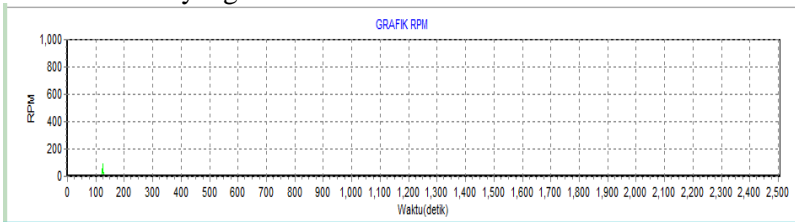
Dari proses menampilkan grafik *real time* oleh Delphi data yang di *record* ditampilkan dalam bentuk data *logger* dan disimpan dalam PC. Berikut ini langkah-langkah untuk menjalankan visualisasi HMI pada *software* Delphi7.

- a. Buka *Project* yang telah dibuat dengan cara *click start>>project2*



Gambar 3.20 Tampilan untuk membuka Delphi7

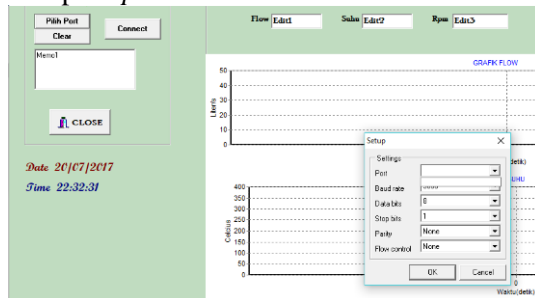
- b. Akan muncul tampilan grafik real time rpm namun belum terkoneksi . Untuk mengkoneksikan dengan mikrokontroller atmega 32 , click run pada jendela bar yang atas



Gambar 3.21 Tampilan *grafik real time RPM*

Gambar 3.18 merupakan Tampilan *grafik real time RPM* dengan koordinat rpm terhadap waktu (detik).

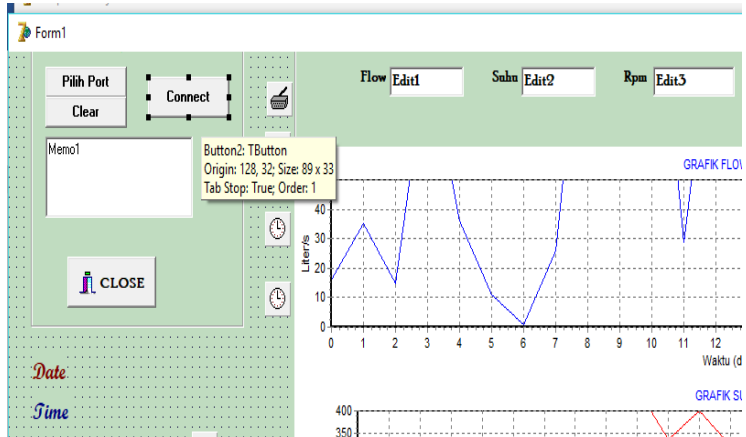
- c. *Click pilih port>>OK.*



Gambar 3.22 Tampilan untuk Pilih Port

Pemilihan port pada label yang akan muncul seperti pada gambar 3.19 harus disesuaikan dengan serial port yang terhubung pada device manager pada PC atau computer yang digunakan sebagai media interface atau HMI.

d. Click connect



Gambar 3.23 Tampilan untuk Koneksi pada Interface

Gambar 3.24 merupakan tampilan data logger pada sistem monitoring rpm pada steam turbin generator ampere. Data tersebut bias didapatkan dengan cara membuat label pada prosedur pemrograman Delphi sebelumnya dan kemudian dibuat Bahasa pemrograman digunakan untuk mengkoneksikan antara mikrokontroller dengan software Delphi yang digunakan sebagai berikut :

```

procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
var
  G: TextFile;

begin
  AssignFile(G, 'D:\recordsuhu.txt');
  Append(G);
  WriteLn(G,
'=====');
  WriteLn(G, 'Tanggal = ',label7.Caption);
  WriteLn(G, 'Jam   = ',label8.Caption);

```

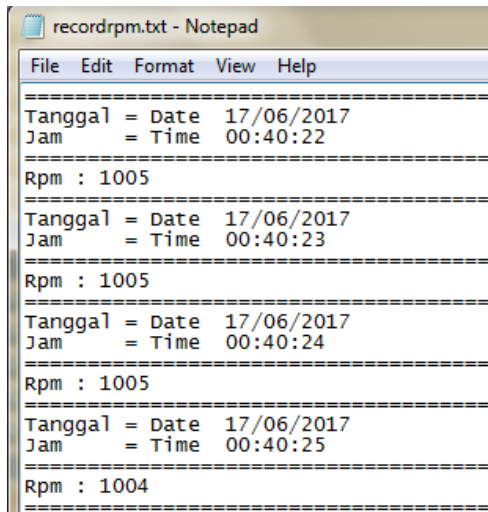
```

WriteLn(G,
'=====');

// WriteLn(G, 'Flow: ',Edit1.Text);
WriteLn(G, 'Suhu: ',Edit2.Text);
// WriteLn(G, 'Rpm : ',Edit3.Text);
CloseFile(G);
end;

```

- e. Lihat hasil record data dapat dilihat pada folder penyimpanan delpfi sesuai waktu pengoprasian alat.



Gambar 3.24 Data logger sistem monitoring

BAB IV

PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS

4.1 Uji Komponen Sistem

Agar dapat mengetahui dan menganalisa sensor yang digunakan dan rangkaian yang telah dibuat agar dapat berfungsi dengan baik diperlukan adanya pengujian terhadap rangkaian yang telah dibuat. Berikut ini adalah pengujian yang dilakukan terhadap masing-masing komponen pendukung sistem monitoring rpm. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah pengamatan langsung dan literatur.

4.1.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Steam Turbin Generator Ampere pada mini plant boiler yang dilengkapi dengan integrasi sensor hall effect
2. PC yang terinstall software delphi
3. kabel downloader RS232
4. Peralatan tulis menulis
5. Kompresor (external air supply pada posisi standby)
6. LPG
7. Bor Tangan dan V - Belt
8. Tachometer

4.1.2 Langkah Kerja

Langkah kerja untuk pengambilan data dalam tugas akhir ini dilakukan dua kali langkah percobaan, yaitu :

Percobaan pertama kalibrasi sensor hall effect :

1. semua peralatan disiapkan
2. poros steam turbin yang terpasang sensor hall effect dihubungkan dengan bor tangan dengan sambungan V - Belt
3. pc dinyalakan
4. software delphi dibuka
5. monitoring pemrograman rpm pada software delphi dibuka

6. kabel power mini plant boiler pada stop kontak ditancapkan
7. mcb pada panel box dinyalakan
8. kabel power pada bor tangan ditancapkan
9. bor tangan dinyalakan untuk 3 kali pengambilan data rpm dengan masing - masing 4 data
10. data rpm yang belum sesuai dilakukan perubahan pada perumusan pemrograman

Percobaan kedua pengambilan data pressure input, rpm dan tegangan keluaran turbin generator ampere:

1. semua peralatan disiapkan
2. LPG dipasang pada regulator yang terdapat di mini plant boiler
3. pc dinyalakan
4. software software delphi dibuka
5. monitoring pemrograman rpm pada software delphi dibuka
6. kabel power mini plant boiler pada stop kontak ditancapkan
7. mcb pada panel box dinyalakan
8. saklar pompa feed water dinyalakan
9. saklar gas dinyalakan
10. saklar pematik dinyalakan
11. setelah api pada burner menyala, saklar fan pada ruang bakar dinyalakan
12. proses pembakaran ditunggu hingga air berubah menjadi steam hingga pressure yang ditentukan
13. data pengukuran diambil 15 kali dengan melihat acuan pressure gauge
14. data pressure, rpm dan tegangan keluaran generator ampere dicatat dan diolah untuk dilakukan pembahasan

4.1.3 Uji sensor

Pada pengujian sensor ini dilakukan dengan berbagai metode dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana sensor yang akan digunakan untuk mengukur rpm mampu bekerja. Salah satu dari metode yang dirasa paling efisien yaitu dengan menggunakan motor peggerak untuk memutar turbin dan dapat diatur – atur putarannya. Maka dari itu penulis menggunakan bor tangan yang bisa dirubah – rubah putarannya sesuai dengan keinginan pengguna. Bor tangan digunakan untuk memutar turbin dengan cara dihubungkan dengan poros Steam Turbin menggunakan transmisi daya V – Belt.

Tabel 4.1 Tabel Uji sensor

No	Tachometer (rpm)	Pengujian sensor <i>Hall Effect</i>				
		Uji Ke - 1 (rpm)	Uji Ke - 2 (rpm)	Uji Ke - 3 (rpm)	Rata - Rata (rpm)	Error Pembacaan (%)
1	170	160	165	155	162.5	0.075
2	324	320	315	310	317.25	0.0675
3	720	725	740	735	730	-0.1
4	1000	990	1015	985	997.5	0.025
Σ error						0.06%

- Range pengukuran = 170 – 1000
- Sensitivitas = 0.99401197
- Akurasi = 0.996951
- Error = 0.06%

- $$K = \frac{\Delta O}{\Delta I} = \frac{997.5 - 162.6}{1000 - 170}$$

$$= 834.9 \frac{\quad}{830}$$

$$= 1.005$$
- Akurasi**

$$A = 1 - \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100\%$$

$$= 1 - \left| \frac{553.5 - 551.81}{553.5} \right| \times 100\%$$

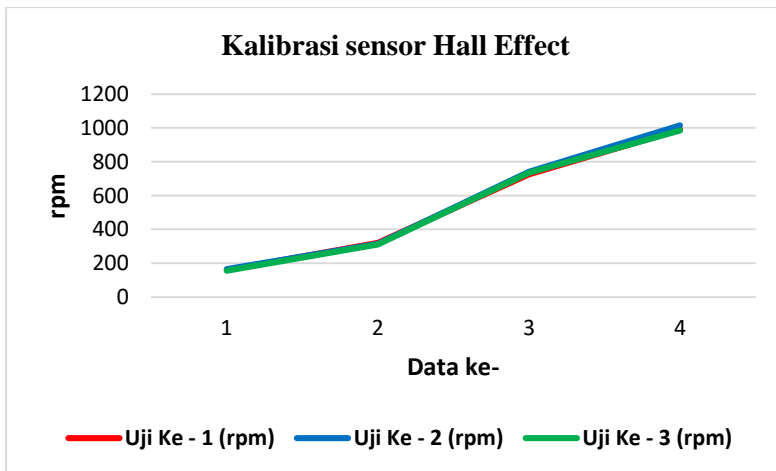
$$= (1 - 0.00305) \times 100\%$$

$$= 99.695$$
- Error = 1 - A**

$$= 1 - 0.99695$$

$$= 0.003$$

$$= 0.3 \%$$



Gambar 4.1 Grafik Hasil Kalibrasi

Dari grafik hasil kalibrasi diatas dapat ditarik garis hubungan antara pembacaan standart alat yaitu tachometer dengan putaran

rpm yang dibaca oleh sensor *Hall Effect* pada pembacaan grafik uji ke- 1, 2 dan 3 memiliki nilai error yang sangat kecil sesuai perhitungan yakni 0,06% dengan range pembacaan 170 rpm sampai dengan 1000 rpm.



Gambar 4.2 Kalibrasi rpm dengan tachometer

Pengujian ini menggunakan bor tangan sebagai penggerak turbin yang dihubungkan dengan generator ampere. Pengujian menggunakan transmisi V-Belt untuk menghubungkan bor tangan dengan turbin. Bor tangan yang digunakan untuk uji kecepatan turbin memiliki kecepatan maksimal untuk memutar turbin mencapai 1100 rpm. Maka dari itu, pengukuran pada putaran turbin dilakukan pada pataran 0 sampai dengan 1100 rpm dengan mengatur putaran pada bor tangan.

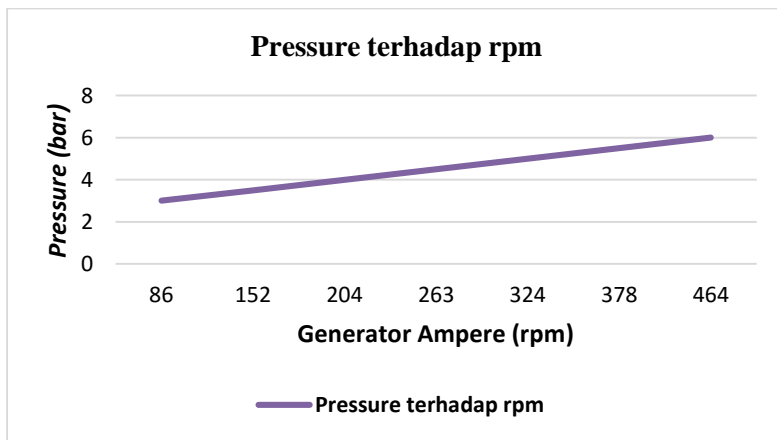
4.2 Implementasi Turbin Generator Ampere pada Boiler

Pada keluaran sensor *Hall effect* dilakukan pengambilan data untuk mengetahui perbandingan *pressure* terhadap rpm, rpm steam turbin generator dc terhadap rpm steam turbin generator ampere dan perbandingan data rpm steam turbin generator ampere terhadap tegangan keluaran dari steam turbin generator ampere.

Tabel 4.2 Data Perbandingan *Pressure* terhadap putaran

No	<i>Pressure</i> (bar)	Generator Ampere (rpm)
1	3	86
2	3.5	152
3	4	204
4	4.5	263
5	5	324
6	5.5	378
7	6	464

Dari data diatas dapat digambar grafik hubungan antara *pressure* pada *steam output* terhadap putaran rpm sebagai berikut:

**Gambar 4.3** Grafik Perbandingan *Pressure* dengan rpm

Dari data table dan grafik hubungan antara *pressure* dan putaran *rpm*. dari data tersebut didapatkan bahwa kenaikan *pressure* (bar) mempengaruhi kenaikan putaran turbin. Pada tekanan 3 bar putaran turbin mencapai 86 rpm dan ketika tekanan 6 bar putaran turbin mencapai 464 rpm.

4.2.3 Perbandingan Rekondisi Turbin Generator DC dengan Turbin Generator Ampere

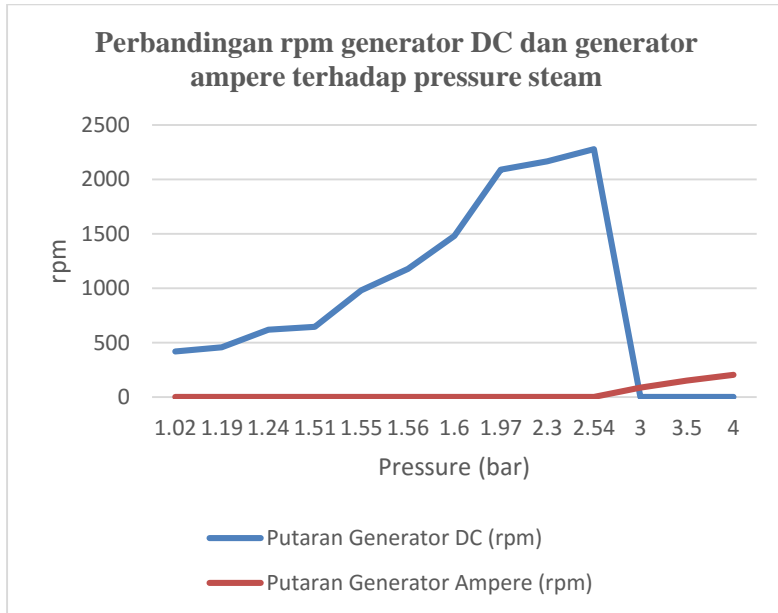
Berikikut ini merupakan pengujian turbin generator DC dengan generator Ampere, pengambilan data diambil sesuai dengan kenaikan pressure yang dihasilkan, turbin yang mengalami rekondisi dibandingkan dengan turbin generator ampere JFZ168.

Tabel 4.3 Data Perbandingan *Pressure* terhadap *rpm* generator

No	<i>Pressure</i> (bar)	Putaran Generator DC (rpm)	Putaran Generator Ampere (rpm)
1	1.02	418	0
2	1.19	456	0
3	1.24	620	0
4	1.51	646	0
5	1.55	980	0
6	1.56	1178	0
7	1.6	1482	0
8	1.97	2090	0
9	2.3	2166	0
10	2.54	2280	0
11	3	0	86
12	3.5	0	152
13	4	0	204

Dari hasil perbandingan pressure terhadap putaran turbin menunjukkan bahwa turbin generator dc mampu menghasilkan putaran yang lebih besar apabila dibandingkan dengan turbin steam menggunakan generator ampere, hal ini dikarenakan turbin steam menggunakan generator ampere memiliki torsi yang lebih besar sebanding dengan arus yang dihasilkan yakni arus charging accu 5

Ampere sesuai spesifikasi produk generator ampere yang digunakan.



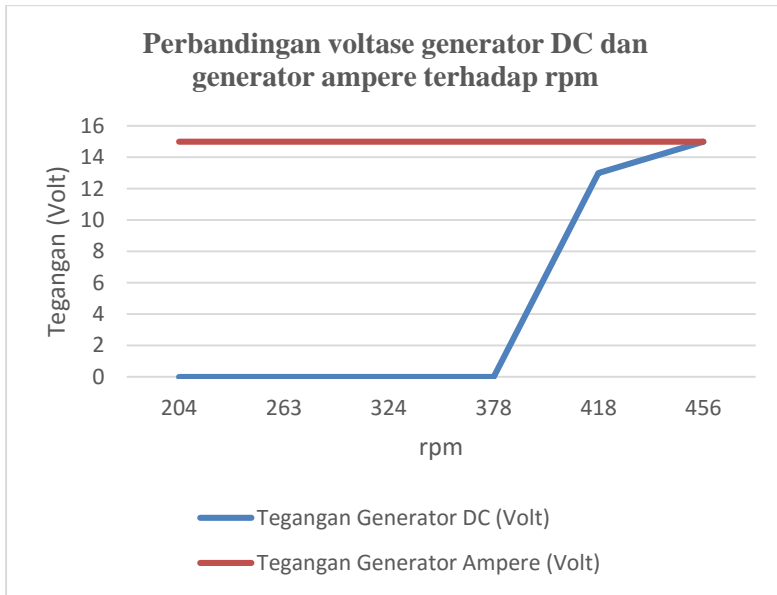
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan rpm generator DC dan generator ampere terhadap pressure steam

Pada tekanan 1,02 bar putaran generator dc mampu mencapai 418 rpm sedangkan generator ampere menunjukkan 0 rpm, hingga pada tekanan 2,54 bar generator dc mampu mencapai 2280 rpm sedangkan generator ampere masih menunjukkan 0 rpm. Akantepapi pada tekanan 3 bar putaran generator dc hanya mencapai 0 rpm sedangkan generator ampere menunjukkan 86 rpm. Pada tekanan 4 bar putaran generator dc hanya 0 rpm sedangkan generator ampere menunjukkan 204 rpm. Hal ini, dikarenakan generator ampere memiliki torsi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan generator dc. Generator dc memiliki set point pressure 3 bar sedangkan generator ampere memiliki set point pressure 4 bar.

Tabel 4.4 Data Perbandingan *voltage* terhadap putaran generator

Putaran Generator DC (rpm)	Tegangan Generator DC (Volt)	Tegangan Generator Ampere (Volt)
204	0	15
263	0	15
324	0	15
378	0	15
418	13	15
456	15	15

Pada putaran turbin 204 rpm tegangan generator dc bernilai 0 volt dan tegangan generator ampere bernilai 15 volt, hingga pada putaran 378 rpm tegangan generator dc masih bernilai 0 volt dan tegangan generator ampere bernilai 15 volt. Akan tetapi, pada putaran 418 rpm tegangan generator dc bernilai 13 volt dan tegangan generator ampere bernilai 15 volt, hingga pada putaran 456 rpm tegangan generator dc bernilai 15 volt dan tegangan generator ampere bernilai 15 volt. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan yang dihasilkan generator ampere lebih efisien dibandingkan dengan tegangan generator dc seperti ditunjukkan pada grafik 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan voltase generator DC dan generator ampere terhadap rpm

Generator ampere lebih efisien dalam menghasilkan tegangan apabila dibandingkan dengan generator dc. Hal ini dapat dibuktikan pada putaran rendah yaitu 204 rpm generator ampere mampu menghasilkan tegangan 15 volt, sedangkan generator dc baru bias menghasilkan tegangan yang sama pada putaran 15 volt. Tegangan generator ampere cenderung stabil apabila dibandingkan dengan tegangan generator dc, hal ini disebabkan peningkatan putaran generator ampere menghasilkan peningkatan pada arus dc keluarannya. Akan tetapi pengukuran arus dc harus menyesuaikan beban yang diberikan dan mengacu pada spesifikasi generator ampere.

4.3 Pembahasan

Pada tugas akhir sistem rekondisi turbin generator ampere menggunakan system monitoring rpm terhadap *pressure* pada *steam output* agar kondisi *real time* putaran turbin dapat diketahui. sistem monitoring ini menggunakan controller Atmega32 dengan menggunakan sensor *hall effect* yang keluarannya dapat ditampilkan pada LCD dan dapat menampilkan data *real time* putaran rpm pada PC.

Dari data monitoring rpm yang didapat dilakukan pengambilan data pembacaan sensor hall effect terhadap *pressure* dengan melihat *pressure gauge* sebagai acuan untuk *pressure*. Dari data didapatkan jika tekanan pada *steam output* 1-2 bar maka tidak ada putaran yang dihasilkan. Dan ketika diberikan tekanan 3 bar maka putaran mencapai 86rpm.

Dari rekondisi turbin generator DC dengan turbin generator ampere dapat diketahui perbandingannya, data ini diambil setiap kenaikan 1 bar tekanan yang dihasilkan boiler dari data perbandingan tersebut rpm yang dihasilkan generator DC lebih besar daripada rpm yang dihasilkan generator turbin ampere sehingga setiap kenaikan rpm akan mempengaruhi tegangan yang dihasilkan, hal ini disebabkan ig pada alternator tersambung dengan accu alternator cenderung lebih berat untuk berputar akibatnya torsi pada alternator akan meningkat sehingga lebih berat dalam berputar, akan tetapi arus yang keluar pada *output* alternator akan dioptimalkan oleh rangkaian regulator yang terdapat didalamnya.

Sehingga turbin generator ampere tidak akan berputar ketika tekanan yang diberikan dibawah 3 bar dan pada turbin generator ampere terdapat regulator untuk mengoptimalkan arus yang keluar dari generator sehingga dari uji coba dapat diketahui pada saat turbin menghasilkan putaran 204 rpm dengan *pressure* 4 bar maka dapat mengisi *accumulator* pada mini power plant. Tegangan generator ampere cenderung lebih stabil dengan nilai 15 Volt (sebagai tegangan pengecasan) dibandingkan dengan tegangan generator dc.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perancangan sistem monitoring rpm generator pada miniplant boiler maka dapat didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dilakukan rekondisi turbin generator DC dengan generator Amper pada *Mini Power Plant* di workshop Instrumentasi. Pada sistem monitoring temperatur menggunakan alat ukur *Hall Effect* sebagai sensor, atmega32 sebagai controller dan ditampilkan pada PC berupa grafik *real time*.
2. Dari data monitoring rpm menjadikan *pressure* pada *steam output* sebagai acuan untuk mengeluarkan tegangan, dari data didapat ketika pressure 4 bar dapat menguarkan tegangan pengecasan *accu*, dengan rpm sebesar 204. Rekondisi turbin generator DC menghasilkan putaran rpm yang lebih besar daripada generator ampere. Tegangan generator ampere cenderung lebih stabil dengan nilai 15 Volt (sebagai tegangan pengecasan) dibandingkan dengan tegangan generator dc.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran diantaranya sebagai berikut :

1. Perlu dilakukannya kalibrasi ulang terhadap sensor rpm agar data yang ditampilkan lebih akurat.
2. Pastikan kembali *booster* dan *wiring diagram* pada generator ampere sudah terpasang dengan benar.

Halaman ini memang dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

1. Gunadarma, Ridwan. Tanpa Tahun. *Boiler dan Pemanas Fluida Termis*, UNEP .
2. Nababan, Tumpal. 2009. *Perancangan Turbin Uap Penggerak Generator Listrik dengan daya 80 MW pada instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap*.
3. Djokosetyardjo, Ir. MJ. 1990. *Ketel Uap*. Jakarta:Pradnya Paramita
4. Sitepu, Tekad. 2010. *Kajian Penggunaan Heat Recovery Steam Generato*. Sumatra : Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara
5. Muthohar, Doni. 2012. *Sistem Maintenance dan Efisiensi Turbin*. Program Studi Teknik Mesin Politeknik LPP. Yogyakarta
6. Share ITS. 2013. *Modul Teknik Pengukuran dan Kalibrasi*. ITS. Surabaya
7. Sumardiono, Arif. *Penggunaan Frekuensi Keluaran Sensor Hall dalam Mengukur Kecepatan Motor Arus Searah Tanpa Sikat (MATS)*. Program Studi Teknik Elektro. Universitas 17 Agustus
8. Barrett, Steven. 2008. *Atmel AVR Microcontroller Primer*. Morgan-Claypool Publishers
9. Putra, Agfianto. 2010. *E-book mikrokontroller-bascom AVR*. Medan

10. Sugiarto, Indar , *Desain dan Implementasi Modul DAQ Labview*, Jurusan Teknik Elektro, 2008 Universitas Kristen Petra Surabaya, Jurnal
11. Gustina, Ina. 2008. *Sisye, Administrasi Penjualan Menggunakan Delphi7 Dengan Perancangan Ssitem Berorientasi Objek*. Universitas Nasional
12. Sugiarto, Indar , *Desain dan Implementasi Modul DAQ Labview*, Jurusan Teknik Elektro, 2008 Universitas Kristen Petra Surabaya, Jurnal

LAMPIRAN A

(Listing Program di BascomAVR dan Delphi7)

A.1 Listing Program BascomAVR

```
$regfile = "m32def.dat"
```

```
$crystal = 11059200
```

```
$baud = 9600
```

```
Config Lcdpin = Pin , Rs = Portc.0 , E = Portc.1 , Db4 =  
Portc.2
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db5 = Portc.3 , Db6 = Portc.4 , Db7 =  
Portc.5
```

```
Config Lcd = 16 * 4
```

```
Cls
```

```
Cursor Off
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
Config Spi = Soft , Din = Pind.5 , Dout = Portd.3 , Ss = None  
, Clock = Portd.4
```

```
Config Pind.4 = Output
```

```
Config Pind.3 = Output
```

```
Config Pind.5 = Input
```

```
Cs Alias Portd.3
```

```
Sck Alias Portd.4
```

```
So Alias Pind.5
```

```
Dim Maxdata As Word
```

```
Cs = 1
```

```
Sck = 0
```

```
Portd.5 = 1
```

Ddrc.6 = 1

Ddrc.7 = 1

Dim Suhu As Single

=====

Ch Alias Pind.2

Config Pind.2 = Output

Config Ch = Input

Config Int0 = Falling

Const Debouncetime = 1

Dim Wtime As Byte

Dim Encounter As Word

Set Ch

On Int0 Getencoder

Cls

Wtime = 100

Encounter = 0

Wtime2 = 100

Encounter2 = 0

Enable Interrupts

Enable Int0

Enable Int2

Cls

Cursor Off

Start Adc

Portc.6 = 0

Portc.7 = 0

Do

Lcd "Fajar M" ;

Waitms 800

Cls

Dataadc = Getadc(0)

Encounter2 = Encounter2 * 29

Set Portd.6

Waitms Wtime2

Locate 3 , 1

Lcd "RPM= " ; Encounter2 ; " "

Reset Portd.6

Waitms Wtime2

Waitms 200

If Encounter2 >= 50 Then

Portc.6 = 1

Portc.7 = 1

End If

If Encounter2 < 50 Then

Portc.6 = 0

Portc.7 = 0

End If

Print Encounter2 ; "c"

Encounter = 0

Encounter2 = 0

Wait 1

Loop

Getencoder2:

Waitms Debouncetime2

If Ch2 = 0 Then

Incr Encounter2

End If

Gifr = 64

Return

A.2 Listing Program Delphi7

```

unit TA;
interface
uses
    Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics,
    Controls, Forms,
    Dialogs, StdCtrls, ExtCtrls, strutils, TeeProcs, TeEngine, Chart,
    CPort, mmsystem,
    Series, Buttons;
type
    TForm1 = class(TForm)
        ComPort1: TComPort;
        GroupBox1: TGroupBox;
        Edit1: TEdit;
        Edit2: TEdit;
        Chart1: TChart;
        GroupBox2: TGroupBox;
        Button1: TButton;
        Button2: TButton;
        Button3: TButton;
        Memo1: TMemo;
        Label1: TLabel;
        Label2: TLabel;
        Timer1: TTimer;
        Label7: TLabel;
        Label8: TLabel;
        BitBtn1: TBitBtn;
        Chart2: TChart;
        Chart3: TChart;
        Timer2: TTimer;
        Timer3: TTimer;
        Label3: TLabel;
        Edit3: TEdit;
        Series1: TFastLineSeries;
    end;

```



```

Series2: TFastLineSeries;
Series3: TFastLineSeries;
Timer4: TTimer;
Timer5: TTimer;
procedure ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count:
Integer);
    procedure Button1Click(Sender: TObject);
    procedure Button2Click(Sender: TObject);
    procedure Button3Click(Sender: TObject);
    procedure Button4Click(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure Timer1Timer(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer4Timer(Sender: TObject);
    procedure Timer5Timer(Sender: TObject);
    procedure GroupBox1Click(Sender: TObject);

private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end;

var
    Form1: TForm1;

implementation

{$R *.dfm}

procedure TForm1.ComPort1RxChar(Sender: TObject; Count:
Integer);
var buff:string;

```

```
begin
comport1.ReadStr(buff,count);
memo1.Text:=memo1.Text+buff;
end;

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
comport1.ShowSetupDialog;
end;

procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
begin
Timer2.Enabled := True;
Timer3.Enabled := True;
Timer4.Enabled := True;
Timer5.Enabled := True;

if button2.Caption='Connect' then
begin
button2.Caption:='Disconnect';
comport1.Open;
end
else if button2.Caption='Disconnect' then
begin
button2.Caption:='Connect';
comport1.Close;
end;

end;

procedure TForm1.Button3Click(Sender: TObject);
begin
edit1.Color:=clwhite;
edit2.Color:=clwhite;
edit3.Color:=clwhite;
```

```

edit1.text:="";
edit2.text:="";
edit3.text:="";
memo1.Text:="";
end;

```

```

procedure TForm1.Button4Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;

```

```

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
ThousandSeparator:=',';
DecimalSeparator:='.';
end;

```

```

procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
begin
label7.Caption:='Date  '+ FormatdateTime('d/mm/yyyy',Date);
label8.Caption:='Time  '+ FormatDateTime('hh:nn:ss',Time);
end;

```

```

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
close;
end;

```

```

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
var
F: TextFile;

```

```

begin
AssignFile(F, 'D:\recordflow.txt');
Append(F);

```

```

    WriteLn(F,
'=====');
    WriteLn(F, 'Tanggal = ',label7.Caption);
    WriteLn(F, 'Jam      = ',label8.Caption);
    WriteLn(F,
'=====');

    WriteLn(F, 'Flow: ',Edit1.Text);
//  WriteLn(F, 'Suhu: ',Edit2.Text);
//  WriteLn(F, 'Rpm : ',Edit3.Text);
    CloseFile(F);
end;

procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
var ruang,kulit,tulang:double;
    rin,kin,lin:string;
    jumlahdata:integer;

begin
    jumlahdata:=chart1.GetMaxValuesCount;
    form1.Caption:=inttostr(jumlahdata);
// if jumlahdata > 60 then
//     begin
//         Series1.Clear;
//         Series2.Clear;
//         Series3.Clear;
//     end;

    rin:=memo1.Lines[memo1.Lines.count-3];
    kin:=memo1.Lines[memo1.Lines.count-2];
    lin:=memo1.Lines[memo1.Lines.count-1];

    if rightstr(rin,1)= 'a' then
        begin

```

```

    edit1.Text:=leftstr(rin,length(rin)-1);
    ruang:=strtoint(edit1.text);
    Series1.Add(ruang,",clred) ;
    end;
if rightstr(kin,1)='b' then
    begin
        edit2.Text:=leftstr(kin,length(kin)-1);
        kulit:=strtoint(edit2.text);
        Series2.Add(kulit,",clgreen) ;
        end;
if rightstr(lin,1)='c' then
    begin
        edit3.Text:=leftstr(lin,length(lin)-1);
        tulang:=strtoint(edit3.text);
        Series3.Add(tulang,",clgreen) ;
        end;

end;

procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
var
    G: TextFile;

begin
    AssignFile(G, 'D:\recordsuhu.txt');
    Append(G);
    WriteLn(G,
'=====');
    WriteLn(G, 'Tanggal = ',label7.Caption);
    WriteLn(G, 'Jam      = ',label8.Caption);
    WriteLn(G,
'=====');

//  WriteLn(G, 'Flow: ',Edit1.Text);

```

```

        WriteLn(G, 'Suhu: ',Edit2.Text);
//   WriteLn(G, 'Rpm : ',Edit3.Text);
        CloseFile(G);
end;
procedure TForm1.Timer5Timer(Sender: TObject);
var
    H: TextFile;
begin
    AssignFile(H, 'D:\recordrpm.txt');
    Append(H);
    WriteLn(H,
'=====');
    WriteLn(H, 'Tanggal = ',label7.Caption);
    WriteLn(H, 'Jam      = ',label8.Caption);
    WriteLn(H,
'=====');

//   WriteLn(H, 'Flow: ',Edit1.Text);
//   WriteLn(H, 'Suhu: ',Edit2.Text);
    WriteLn(H, 'Rpm : ',Edit3.Text);
    CloseFile(H);
end;

procedure TForm1.GroupBox1Click(Sender: TObject);
begin
end;

end.

```

LAMPIRAN B (Datasheet)

- *Datasheet Atmega32*



8-Bit AVR Microcontroller

ATmega32A

DATASHEET COMPLETE

Introduction

The Atmel® ATmega32A is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR® enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega32A achieves throughputs close to 1MIPS per MHz. This empowers system designer to optimize the device for power consumption versus processing speed.

Features

- High-performance, Low-power Atmel AVR 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions - Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 × 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 32Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 1024Bytes EEPROM
 - 2Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses and Lock Bits through the JTAG Interface
- Atmel QTouch® library support

- Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - Atmel QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four PWM Channels
 - 8-channel, 10-bit ADC
 - 8 Single-ended Channels
 - 7 Differential Channels in TQFP Package Only
 - 2 Differential Channels with Programmable Gain at 1x, 10x, or 200x
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 32 Programmable I/O Lines
 - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7 - 5.5V
- Speed Grades
 - 0 - 16MHz
- Power Consumption at 1MHz, 3V, 25°C
 - Active: 0.6mA
 - Idle Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: < 1µA

LAMPIRAN C

(Tabel T- Student Distribution (T- Distribution))

Upper critical values of Student's t distribution with ν degrees of freedom

Probability of exceeding the critical value						
ν	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
1.	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.313
2.	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3.	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215
4.	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5.	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6.	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7.	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.782
8.	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.499
9.	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.296
10.	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.143
11.	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.024
12.	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.929
13.	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14.	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15.	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16.	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17.	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18.	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19.	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20.	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21.	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22.	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23.	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24.	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25.	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26.	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27.	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28.	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29.	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30.	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
31.	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375
32.	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365
33.	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356
34.	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348
35.	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340
36.	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333
37.	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326
38.	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319
39.	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313
40.	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
41.	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301
42.	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296
43.	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291
44.	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286
45.	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281
46.	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277
47.	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273
48.	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269
49.	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265
50.	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261

BIODATA



Fajar Muhlisin yang biasa dipanggil “Cilin” ini merupakan mahasiswa dari daerah Tulungagung. Penulis menempuh pendidikan formal di MI Alhikma Karangrejo, SMP 5 Tulungagung, Dan SMK3 Boyolangu. Pada tahun 2014 penulis mengikuti test ujian D3 ITS dan diterima pada jurusan D3 Metrologi dan Instrumentasi ini. Apabila ada pertanyaan mengenai tugas akhir penulis dapat menghubungi 085790371925 atau email : fajar.muhlisin123@gmail.com